

Neuere Befunde zur Biostratigraphie der Oberen Süßwassermolasse Süddeutschlands und ihre palökologische Deutung

Von WALTER JUNG & HELMUT MAYR^{*)}

Mit 1 Abbildung und 1 Tabelle

Kurzfassung

Die Anzahl der bekanntgewordenen fossilführenden Fundstellen im Bereich der Oberen Süßwassermolasse und die daraus resultierende Fülle von Informationen hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Dies erfordert gemäß der Feinstratifizierung des europäischen Tertiärs im terrestrischen Milieu eine detailliertere Gliederung der OSM als sie bislang vorlag: Für die Säugetiereinheiten MN 4-9 („Mammal Neogene Units“, MEIN 1975) werden Referenzlokalitäten – basierend hauptsächlich auf der Verteilung von Cricetiden und Gliriden – aufgeführt. Zugleich wird zum ersten Male der Versuch unternommen, Blattfloren der OSM in die entsprechenden MN-Einheiten zu integrieren. In dieser zeitlichen Abfolge werden zwei Entwicklungshöhepunkte (MN 4-5 und MN 7-9) bestimmter Gruppen in Fauna und Flora festgestellt, getrennt durch eine Periode der Artenarmut (MN 5-6). Sie entsprechen zwei Bewaldungsphasen, getrennt durch einen Abschnitt mit offener Vegetation. Das Vorrücken der Bewaldung und die gleichzeitig ablaufende Kohlebildung wird auf Grund der ökologischen Analyse von Blattfloren und Kleinsäugerfaunen primär nicht mit Temperaturschwankungen, sondern mit unterschiedlichen Niederschlagsmengen erklärt.

Abstract

The number of fossil-bearing localities known in the Upper Freshwater Molasse has increased greatly in the last few years. The new faunal informations, particularly that from small mammals and leaf assemblages, permit development of a detailed stratigraphy for the Molasse basin within the framework of MEIN'S (1975) european tertiary stratigraphy („Mammal Neogene Units“). Reference localities with typical faunal associa-

^{*)} Prof. Dr. W. JUNG und Dr. H. MAYR, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, Richard-Wagner-Str. 10, 8000 München 2.

tions (mainly cricetids and glirids) are established in accordance with MEIN's units. For the first time an attempt is also made to characterise MN-Units in terms of leaf assemblages. In the sequence MN 4 to MN 9 two peaks in species abundance are demonstrated, which can be attributed to periods of relatively dense woodland before and after a period of open woodland. The periods of forestation and synchronous coal deposits are explained as a result of an increase in rainfall rather than a decrease of temperature.

1. Vorbemerkung

Seit der klassisch zu nennenden Untersuchung DEHMS (DEHM 1955) über „Die Säugetier-Faunen in der Oberen Süßwassermolasse“ ist eine Fülle weiterer Information hinzugekommen, die vorliegende Arbeit anregte. Die stratigraphische Dreiteilung der Oberen Süßwassermolasse (= OSM) DEHMS wurde in der Folgezeit durch die Bearbeitungen der Kleinsäuger und deren Vergesellschaftung (FAHLBUSCH 1965, 1975, 1976, CICHA, FAHLBUSCH & FEJFAR 1972, MAYR 1979, MAYR & FAHLBUSCH 1975) verfeinert. Daneben gingen auch Sedimentologen daran (NEUMAIER et al. 1957), eigene Vorstellungen zur stratigraphischen Gliederung der OSM zu entwickeln.

Von paläobotanischer Seite aus hat einer der Verfasser bereits früher versucht (JUNG 1968), ein biostratigraphisches Bild der Oberen Süßwassermolasse zu entwerfen auf Grundlage der bis dahin bekannten Pflanzenreste. Mittlerweile konnte nicht nur die Zahl der ergiebigeren Pflanzen-Fundstellen beachtlich vermehrt werden, sondern wurde auch mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft die paläobotanische Untersuchung der Braunkohlenrandfazies (JUNG & KNOBLOCH 1971, KNOBLOCH & KVAČEK 1976, GREGOR 1978, 1980b, THIELE-PFEIFFER 1979) und die der OSM-Sedimente selbst intensiviert¹⁾. Bereits vor Anlaufen dieser Forschungsprogramme waren von einem der Verfasser (J.) jedoch Befunde über eine Verwertung der Blattreste als parastratigraphisches Hilfsmittel gesammelt und in Vorlesungen sowie Vorträgen (Anonymus 1975) einem weiteren Kreis bekannt gemacht worden. Da zugleich in allerjüngster Zeit (MEIN 1975, FAHLBUSCH 1976) eine überregionale Gliederung des europäischen Tertiärs an Hand von Säugetierfaunen durchgeführt worden ist, scheint es möglich und geraten, Kleinsäugerfaunen und Blattfloren der OSM zu korrelieren und die Ergebnisse in die „Unités mammaliennes“ MEINS (MN abgekürzt) einzufügen. Dabei wird bewußt der Weg verlassen, die Molasse-Sedimente Süddeutschlands nach Florenzonen gesonderter Bezeichnung zu unterteilen. Dies erscheint für zukünftige Arbeiten wenig fruchtbar, zumal die sorgfältigen Untersuchungen THIELE-PFEIFFERS die Gültigkeit der in Mitteldeutschland und Osteuropa aufgestellten Florenzonen für unser Gebiet sehr in Frage stellen. Hervorgehoben sei, daß die Großsäugerfunde, auf die sich DEHM stützte, unberücksichtigt bleiben mußten, weil ohne Neubearbeitung die drei „DEHMSchen Serien“ nicht auf die sechs in Frage kommenden MN-Einheiten verteilt werden können.

¹⁾ Im Rahmen der zuletzt genannten Arbeiten werden derzeit die Sporomorphen von L. SEITNER als Dissertation und die karpologischen Reste durch H.-J. GREGOR bearbeitet. Sämtliche Untersuchungen wurden und werden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Rahmen des Programmes „Südbayerische Jungtertiärfloren“ finanziell gefördert, wofür gehobener Dank abzustatten ist.

2. Paläobotanische Ergebnisse

(WALTER JUNG)

a) Blattfundstellen in der süddeutschen Oberen Süßwassermolasse und deren unmittelbaren Umgebung

Seit BALLEY & SINNOT (1916) ist die klimatologische Relevanz der Blattphysiognomie bekannt und kaum bestritten. Die Biostratigraphie auf paläobotanischer Grundlage ist zum Gutteil eine Klimastratigraphie, und man kann die Blattgestalt sowohl als stratigraphisches als auch zugleich als paläoklimatologisches Hilfsmittel benützen. Ein nicht zu unterschätzender Vorteil ist dabei, daß auf diese Art und Weise auch artlich unbestimmte, bzw. überhaupt unbestimmbare Blattfloren ausgewertet werden können. Amerikanische Autoren, die die blattphysiognomische Methode anwandten (vgl. DILCHER 1973, DOLPH 1978), arbeiten mit einer ganzen Anzahl verschiedener Blatt-Typen. Die Arbeiten von BERGER (1952, 1955 a, b, 1958) und die Geländebeobachtung haben aber gezeigt, daß stratigraphisch verwertbare Unterschiede auch bei Benutzung nur weniger Typen erwartet werden können. Wie auch KNOBLOCH & KVAČEK (1976) bemerken, sind dann besonders verlässliche Angaben zu erzielen, wenn die blattphysiognomische Methode mit der klassischen Bestimmungsmethode bis auf Arten hin kombiniert wird. Dies soll im folgenden in der Weise geschehen, daß zwei Blattgestalt-Parameter kombiniert werden mit zwei Genus-Determinationen, so daß für jede Blattflora vier Kriterien zur Verfügung stehen, die in Kreissektoren eingetragen werden. Die beiden Gattungen *Glyptostrobus* und *Podogonium* wurden ausgewählt, weil sie einmal besonders häufig vertreten – auch in kleinen Materialmengen –, zum anderen aber so leicht wie kaum andere Reste anzusprechen sind. Fruchtreste wurden in keinem Fall berücksichtigt.

Später mag einmal geprüft werden, ob mittels einer Vermehrung der Blatt-Typen und einer Ausweitung der Bestimmungen die vorliegenden Ergebnisse verbessert werden können²⁾.

Die ausgewerteten Lokalitäten liegen zum geringeren Teil in Baden-Württemberg (sechs Fundstellen) und Oberösterreich (zwei Fundstellen), zum überwiegenden Teil in Südbayern (30 Fundstellen) und der Oberpfalz (1 Fundstelle). Nicht berücksichtigt wurden mit einer Ausnahme (Affaltern) Einzelfunde und nicht näher lokalisier- oder deutbare Angaben. Ausschließlich nur nach Literaturstellen mußten lediglich vier Vorkommen bewertet werden. Von Steinheim am Albuch liegen in München keine Belege. Materialien dazu konnten aber dank des Entgegenkommens von E. P. J. HEIZMANN in der Ludwigsburger Sammlung des Staates Baden-Württemberg studiert werden. Alle übrigen Lokalitäten sind in der Bayerischen Staatssammlung zu München dokumentiert, wenn auch häufig Materialien dieser und jener Lokalität sich daneben noch in Privathand befinden oder, aufbewahrt in kleineren Museen, über das Verbreitungsgebiet der Molasse verstreut sind. Floren, belegt mit mehr als 100 Fossilplatten, sind in der unten stehenden Aufzählung durch halbfette Schrift hervorgehoben.

²⁾ In einer soeben begonnenen, vom Verfasser angeregten Dissertation soll an Hand taxonomisch möglichst exakt bestimmter Blatt-Reste geprüft werden, inwieweit sich diese in Süddeutschland respektive in Südbayern gewonnenen Erkenntnisse auf entferntere Gebiete übertragen lassen, was nicht ohne weiteres zu erwarten ist.

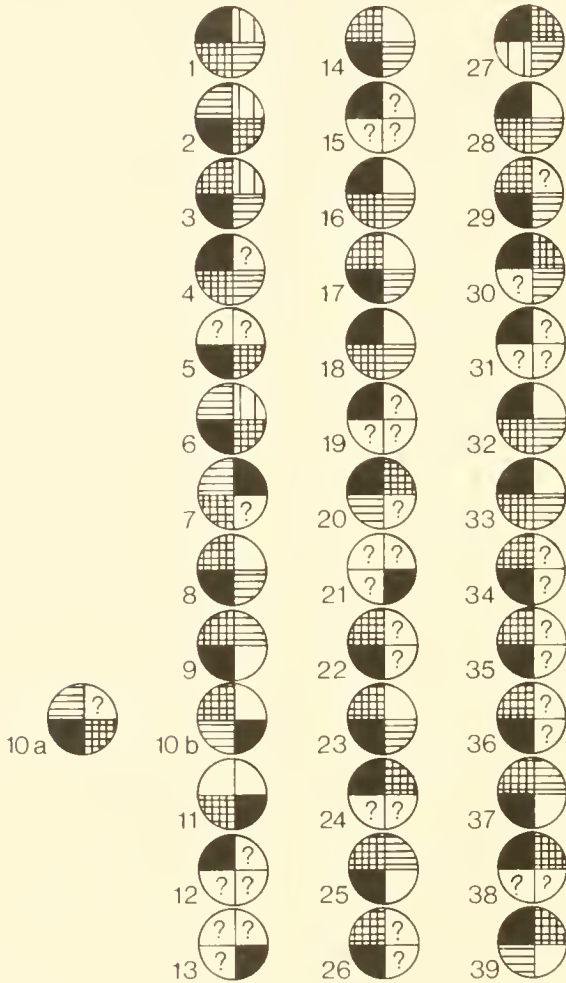
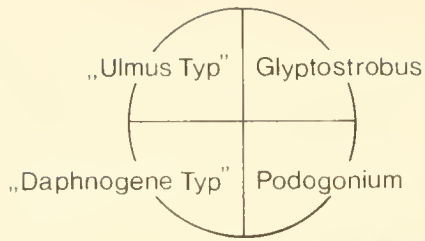


Abb. 1: Blattphysiognomische Sektorendiagramme der 39 ausgewählten Blattfundstellen (nähere Erläuterungen im Text).

Einer kurzen Erläuterung bedarf die graphische Darstellung (Abb. 1): Die Häufigkeit der gefundenen Blatt-Typen bzw. Genera wird durch verschiedene Dunkelfärbung der Kreissektoren ausgedrückt und zwar in der Weise, daß der jeweils häufigste Typ bzw. die häufigste Gattung am dunkelsten, also schwarz gehalten ist, die übrigen Sektoren entsprechend der jeweiligen Häufigkeit abgestuft heller erscheinen. Für überhaupt nicht nachgewiesene Typen bleibt das betreffende Feld weiß. Freilich kann dabei ein scheinbares Fehlen durch zu geringe Materialmenge verursacht sein. Diese Möglichkeit wird durch ein Fragezeichen angedeutet. Auf eine Auswertung nach Prozentzahlen muß zum derzeitigen Zeitpunkt verzichtet werden. Da bislang bei der Aufsammlung der allermeisten Floren – dies gilt ohne Ausnahme jedenfalls für die Münchner Materialien – nach subjektiven Kriterien aufgesammelt wurde – z. B. nach der womöglichen Bestimmbarkeit, z. T. auch nach der Schönheit, würde eine mathematische Auswertung – vielleicht mit Hilfe eines Koordinaten-Kreuzes – eine pseudowissenschaftliche Genauigkeit vortäuschen. Aber es mag sich lohnen, die hier gebrachten Ergebnisse auch einmal auf der Basis einer wirklich vollständigen Auswertung und Analyse zu überprüfen.

Berücksichtigt wurden folgende Fundstellen³⁾ (von West nach Ost):

Baden-Württemberg: **Schrotzburg** SW Radolfzell (1; HANTKE 1954), **Randecker Maar** SE Nürtingen (2; RUFFLE 1963), **Heggbach** NE Biberach (3; PROBST 1883), Schweinhausen S Biberach a. d. Riß (4), **Josephstobel** S Biberach a. d. Riß (5), **Steinheim** a. Albuch W Heidenheim (6);

Bayern: **Wengen** E Isny (7), **Tiefenbach** N Illertissen (8), **Günzburg** „graue Molasse“ (9), **Reisensburg** E Günzburg, tiefer Teil (10a), **Leipheim** (RÜHL 1896)/**Reisensburg**, höherer Teil (10b), **Wemding** E Nördlingen (11), **Hammerschmiede** S Bad Wörishofen (12), **Affaltern** SE Wertingen (13), **Derching** NE Augsburg (14), **Markt Indersdorf** NW Dachau (15), **Unterwohlbach** S Pfaffenhofen a. d. Ilm (16), **Eberstetten** E Pfaffenhofen a. d. Ilm (17), **Göttschlag** W Freising (18), **München** (19; STROMER 1928), **Massenhausen**/Giggenhausen SW Freising (20), **Sandelzhausen** S Mainburg (21), **Berg** SW Mainburg (22; unveröffentlichtes Manuskript und Bildmaterial eines unbekanntten Autors), **Haag** NE Freising (23), **Fraunberg** NE Erding (24), **Oder** E Schwandorf (25), **Niederaichbach** SW Dingolfing (26), **Achldorf** S Vilsbiburg (27), **Aubenham** NW Mühldorf a. Inn (28), **Maßendorf** NW Frontenhausen (29), **Großmaulberg**/Holzen SE Vilsbiburg (30), **Leonberg** W Markt a. Inn (31), **Gumpersdorf** N Markt a. Inn (32), **Prienbach** NE Eggenfelden (33), **Stammham** W Markt (34), **Kirn** NE Simbach (35), **Hitzenau** W Simbach (36), **Rauscheröd** NE Ortenberg (37);

Österreich: **Ach/Burghausen** a. d. Salzach (38), **Lohnsburg** SW Ried (39).

³⁾ Soweit die Fundstellen nicht schon bei früherer Gelegenheit (JUNG 1963, 1966, 1968) genauer bezeichnet wurden, werden sie in der Bearbeitung der Früchte und Samen durch H.-J. GREGOR oder anlässlich der palynologischen Überprüfung durch L. SEITNER näher beschrieben sein.

b) Blattphysiognomische Auswertung

Die Auswertung der Literatur und der Fossilmaterialien in der oben beschriebenen Weise ergab für die angeführten Fundstellen das in Abbildung 1 dargestellte Bild. Der Vergleich zeigt, daß sich die Fundstellen ohne Mühe in vier Gruppen aufteilen lassen:

Glyptostrobus-Dominanz zeigt allein der Fundort Nummer 7, Wengen im Allgäu. Obendrein ist er durch das Auftreten von großflächigen, laurophyllen Blättern hervorgehoben. Die Gründe für diese auffällige Eigenart sollen hier nicht vertieft diskutiert werden. Eine leichte Ähnlichkeit mit der Wackersdorfer Braunkohlenflora ist gegeben, zumal auch in Wengen Kohleflöze auftreten.

Die Fundpunkte 10b, 11, 13 und 21 zeichnen sich durch ein Übergewicht von „*Podogonium*“ aus. Auch die tieferen Bereiche der Forschungsbohrung „Nördlingen 1973“, welche nicht weiter berücksichtigt wurde, wären hier anzuführen. Es ist auffällig, daß in mehreren Fällen, als Beispiel ist Affaltern gewählt, „*Podogonium*“-Blättchen als einzige Blattreste vorliegen. In Wemding ist damit vergesellschaftet eine ausgesprochen kleinblättrige Blattflora, die an eine verhältnismäßig trockene Phase in diesem Miozänabschnitt denken läßt (BOLTEN, GALL & JUNG 1976). Leider scheint nur die Flora aus dem oberen Pflanzenmergel von Reisensburg (10b) einigermaßen individuenreich gewesen zu sein. Die Armut an Blattfossilien der Sedimente aus der Zeit unmittelbar vor und nach dem Riesereignis ist jedenfalls auffällig. Durch die Fundstelle Sandelzhausen, die Säugetierpaläontologisch ausreichend sicher eingestuft erscheint, können diese Vorkommen mit überwiegender „*Podogonium*“-Vegetation der „Stufe“ MN 6 zugeordnet werden. Wegen der allgemeinen Blattfossil-Armut können neue Funde natürlich leicht zu einer Korrektur der hier gebrachten Deutung führen.

In achtzehn Blattfloren dominiert der daphnogenoide Blatttyp, respektive der ganzrandig-immergrüne. Vier Fundstellen daraus (34, 35, 36, 37) sind mehr negativ gekennzeichnet. Soweit überhaupt anzusprechen, gehören hier die Blätter zu einstweilen unbekannt Pflanzen, die sich in jüngeren Schichten zumindest nicht mehr so zahlreich finden. Es sind Fundstellen aus der niederbayerischen Süß-Brackwasser-Molasse, die also in MN 4b einzureihen sind. Von den restlichen 14 Fundschichten sind vier noch als präriesisch anzusehen (Kirchberger Schichten, Oberpfälzer Braunkohlentertiär und ältester Anteil der OSM). Sie dürfen MN 5 gleichgesetzt werden. Auch hier sind die für eine Auswertung zur Verfügung stehenden Materialien mit Ausnahme der Wackersdorfer Flora aber für eine sichere und endgültige Beurteilung noch zu wenig. Hier einzusetzen wären ferner die nicht wenigen Kieselholzfunde (Palmen!) aus der Umgebung von Neu- burg a. d. Donau (SELMEIER 1958).

Die Floren der Lokalitäten Nr. 2, 3, 5, 6, 8, 14, 17, 22, 23, 26 und 29 – auch die Florenreste aus den oberen Teufen der Forschungsbohrung „Nördlingen 1973“ (DEHM & al. 1977) – repräsentieren zusammen mit den etwas jüngeren Floren von Nr. 1, 4, 16 und 18 – wohl auch 33 – die berühmte „Oehninger Flora“.

Erstgenannte Fundpunkte gehören nach den Befunden der Säugetierpaläontologie (Bezugslokalität Steinheim!) nach MN 7; die Fundstellen 2, 5 und 6 legen wegen ihres noch hohen „*Podogonium*“-Anteils eine Einordnung in ein tiefes Niveau von MN 7 nahe. Umgekehrt müssen die Fundpunkte 1, 4, 16, 18 und 33 wegen des Vorherrschens ulmoider Blätter einem höheren stratigraphischen Niveau angehören.

Am sichersten einzustufen, weil am besten belegt, sind diejenigen Floren, die in den Bereich MN 8 gehören. Hier finden sich daphnogenoide Blätter nur mehr ausnahmsweise, dafür aber quercoide Blatt-Typen vermehrt. Mit Giggenhausen ist auch ein sicherer Säugetierpaläontologischer Bezug vorhanden.

Die jüngsten Molassefloren sind im Westen (Hammerschmiede) (MAYR & FAHLBUSCH 1975) und im Osten (Hausruck) durch Säugetierfaunen stratigraphisch gesichert (THENIUS 1952, STEININGER 1965). Während aber der westliche Fundpunkt bisher nur ganz ungenügende Blattreste (*Alnus cecropiaefolia*) lieferte, ist die Blattflora des Hausruck ziemlich artenreich. Ganz eindeutige Beziehungen bestehen zu den Pannon-Floren des Wiener Beckens (BERGER 1952, 1955). Besonders auffällig ist das starke Hervortreten von seltenen *Acer*-Arten wie *A. jurenaki* und von *Fagus*. Die Buche ist es auch, die wegen ihres reichen Vorkommens in Leonberg bei Markt/Inn diesen Fundort ebenfalls in MN 9 einreihen läßt. Nirgendwo anders – mit Ausnahme der Blattflora aus den oberfränkischen Braunkohlen bei Arzberg – schiebt sich in Bayern die Buche derart während der Jungtertiärzeit in den Vordergrund.

Auf Grund dieser Erkenntnisse läßt sich folgende stratigraphische Reihung und vegetationskundliche Kennzeichnung für die Blattfundstellen der OSM Süddeutschlands angeben:

- MN 9: *Glyptostrobus*-reicher Abschnitt; abseits der Moore ein mesophiler Laubwald mit hohen *Fagus*-Anteilen
Fundpunkte: 12, 31, 39
- MN 8: Mesophiler Mischwald mit sehr geringem Anteil lauroider Blatt-Typen, Taxodiaceen verbreitet
Fundpunkte: 15, 19, 20, 24, 27, 28, 30, 32, 38
- MN (8)/7: Mesophiler Mischwald mit beachtlichen lauroiden Einstreuungen; Taxodiaceen selten
Fundpunkte: 1, 4, 16, 18, 33
- MN 7: Immergrüne Lorbeerwälder mit merklichem Prozentsatz an laubabwerfenden Bäumen
Fundpunkte: 3, 8, 14, 17, 22, 23, 26, 29
- MN 7/(6): Immergrüne Lorbeerwälder; „*Podogonium*“ reichlich vertreten
Fundpunkte: 2, 5, 6
- MN 6: Verbreitet Caesalpiniaceen-Waldungen; immergrüner Anteil gering
Fundpunkte: 10b, 11, 13, 21
- MN 5: Immergrüne Lorbeerwälder mit einem nicht zu übersehenden sommergrünen Anteil; Palmen; Moore mit dichter *Glyptostrobus*-Vegetation
Fundpunkte: 7(?), 9, 10a, 25
- MN 4 b: Wohl ebenfalls überwiegend immergrüne Lorbeerwälder; allerdings einstweilen nur ganz ungenügend paläobotanisch zu kennzeichnen; charakteristisch ist die stratigraphische Position an der Basis der OSM
Fundpunkte: 34, 35, 36(auch 37?)

Überprüfenswert sind zwei Erscheinungen, auf die hier nicht weiter eingegangen sein kann, auf die aber in Zukunft geachtet werden sollte. Einmal scheinen *Glyptostrobus-Taxodium*-Sümpfe mit den entsprechenden Begleitern wie *Nyssa* u. a. nur in tiefen und höheren stratigraphischen Niveaus entwickelt gewesen zu sein. Es spielt dabei keine Rolle, welche rezente *Taxodium*-Art man als Bezugs-Art nimmt. Die Tatsache bleibt, daß z. B. auch in der über 10000 Reste zählenden Flora von der Schrotzburg bei Oehningen *Glyptostrobus* ausgesprochen selten ist (HANTKE 1954), in den auch nicht kleinen Floren von Derching, Pfaffenhofen, Unterwohlbach und Prienbach kein einziger Rest der genannten Gattungen enthalten ist, während nicht nur die Floren der Wackersdorfer (JUNG & KNOBLOCH 1971) und der jüngeren Molasse-Kohlen (GUMBEL 1861, MEYER 1956), auch des Hausrucks, sondern auch die minerogenen Sedimente des jüngsten OSM-Anteils (ab MN 8) fast stets reichlich die genannten Formen führen. Einige Erklärungen bieten sich an und es wird später noch einmal darauf zurückzukommen sein. Ein zweites bleibt festzuhalten: Die tieferen Niveaus sind offenkundig vermehrt im Westen, die höheren im Osten repräsentiert. Hieran werden einmal paläogeographische Überlegungen zu knüpfen sein.

Abschließend darf resümiert werden: Fossile Blattfloren sind wie früher bereits festgestellt, in der OSM Süddeutschlands für eine stratigraphische Gliederung brauchbar, wenn sie einen gewissen Umfang überschreiten. Sie sind dann sogar auch für eine Korrelation mit den säugetier-paläontologischen „Units“ zu verwenden und können, einmal zuverlässig an Säugetierfundstellen geeicht, auch für sich allein biostratigraphisch benutzt werden. Ihr Vorteil ist, daß nebenher paläoklimatologische Aussagen möglich sind. Nach dem derzeitigen Stand der Kenntnis – nur einige Floren sind taxonomisch durchgearbeitet – sind die höheren Niveaus wesentlich besser paläobotanisch zu definieren als die Zonen unterhalb MN 7. Wenigstens die grundsätzlichen Möglichkeiten, die auch in den fossilen Blattfloren stecken, aufzuzeigen, war Sinn vorstehender Ausführungen.

3. Befunde aus Kleinsäugerfaunen

(Helmut Mayr)

Die Befunde der in Tabelle 1 aufgeführten Kleinsäugerfaunen⁴⁾ beruhen vorwiegend auf der Entwicklungshöhe und Verteilung von Cricetiden und Gliriden. Die angeführten Arten verstehen sich als Teil von Faunengemeinschaften und repräsentieren in der Reihenfolge ihrer Aufzählung in etwa die entscheidenden Anteile der jeweiligen Einheiten. Die unterstrichenen Fundstellen sind Referenzlokalitäten und beinhalten zahlenmäßig gut belegte Faunen, Fundpunkte in Klammern enthalten zeitlich äquivalente Blattfloren.

⁴⁾ Für Anregungen und Diskussionsbeiträge sind die Autoren Herrn Prof. Dr. V. FAHLBUSCH zu Dank verpflichtet.

Tab. 1: Einstufungen der Molassefundstellen in Mammal Neogene Units (MN-Einheiten) nach Kleinsäugerfaunen (in Klammern: zeitgleiche Blattfundstellen)

MN-EINHEIT	REFERENZLOKALITÄTEN	VERGESELLSCHAFTUNG VON CRICETIDEN	VERGESELLSCHAFTUNG VON GLIRIDEN
9	<u>Hamerschmiede</u> Hillenlohe (Leonberg) (Lohnsburg) Markt	Democricetodon aff. debruijni Microcricetus molassicus Eomyops catalaunicus	Muscardinus plioaenicus hispanicus Paragrilulus conjunctus Eliomys sp.
8	<u>Giggenhausen</u> (Achldorf) (Aubenham) Kleineisenbach (Massenhausen)	Democricetodon freisingensis Democricetodon similis Democricetodon brevis Deperetomys hagni	Paragrilulus werenfelsi Paragrilulus conjunctus Eomuscardinus aff. sansaniensis Microdyromys mioaenicus Miodyromys aegercii Myoglis meini
7	<u>Steinheim</u> (Derching) (Eberstetten) Oggenhof ? (Schrotzburg) (Unterwohlbach)	Democricetodon mutillis Megacricetodon aff. bavaricus Democricetodon gracilis Eumyarion bifidus Democricetodon freisingensis	Miodyromys aegercii Myoglis meini Microdyromys mioaenicus Eomuscardinus aff. sansaniensis Eomuscardinus sansaniensis
6	<u>Sandelzhausen</u> Goldberg Schönenberg Steinberg (Wemding)	Megacricetodon aff. bavaricus Democricetodon gracilis Eumyarion bifidus Eumyarion aff. medius	Miodyromys aegercii Microdyromys mioaenicus Eomuscardinus sansaniensis
5	<u>Langenmoosen</u> Adelschlag Eitensheim HesseLohe (Fonholz) (Wackersdorf)	Megacricetodon bavaricus Democricetodon gracilis Eumyarion aff. medius	Miodyromys hamadryas hamadryas Microdyromys praemurinus Pseudodyromys ibericus Eomuscardinus sansaniensis
4	<u>Rembach</u> Forsthart (Hitzenau) Rauscherödi (Stammham)	Megacricetodon collongensis Democricetodon minor Ligerimys floreancei Melissoodon aff. dominans	Myoglis antecedens Paragrilulus diremptus Ligerimys floreancei Melissoodon aff. dominans

MN 4: Referenzlokalität Rembach

Die ältesten Kleinsäugerfaunen Rembach und Forsthart stammen aus dem Ostteil des Molassetroges, aus dem Raume von Passau-Pfarrkirchen, zwischen Vils und Rott gelegen. Die Fundstellen liegen im Bereich des Verbreitungsgebietes der sog. Süß-Brackwassermolasse Niederbayerns (WITTMANN 1957). Die für diese Einheit typischen Kleinsäuger-Vergesellschaftungen – bereits durch CÍCHA, FEJFAR & FAHLBUSCH 1972 veröffentlicht – weisen mit der Spaltenfüllung Erkertshofen weitaus mehr Gemeinsamkeiten auf als mit den Fundstellen der Einheit MN 5. Eine noch ältere Fauna – Rauscheröd bei Passau – birgt in Verzahnung der brackischen Meeresmolasse mit fluviatil-terrestrischen Elementen Kleinsäuger und marine Faunenelemente wie Haie, marine Teleostier und Seekuhreste (frdl. mündl. Mitt. F. PFEIL)

MN 5: Referenzlokalität Langenmoosen

Der Großteil der Fundstellen findet sich in einem breiten Streifen am Nordrand der Molasse, teilweise dem Jura aufliegend. Die südlichste Fundstelle liegt westlich Kempten, hier tauchen die älteren Schichten der OSM an der Grenze zur Faltenmolasse wieder zur Oberfläche auf. Diese Einheit mit der Referenzfundstelle Langenmoosen ist durch einen beherrschenden Anteil von *Megacricetodon bavaricus* bei den Cricetiden gekennzeichnet. Untergeordnet sind noch *Democricetodon affinis gracilis*, *D. minor gracilis*, *D. aff. schaubi* sowie *Eumyarion* aff. *medius* (maximal nur drei dieser Formen) vertreten. Bei den Gliriden entspricht diese Verteilung der absoluten Vorherrschaft von *Miodyromys hamadryas hamadryas*, einem Vertreter offener Vegetation. Ein wichtiger Nebenbestandteil ist *Microdyromys praemurinus*, danach folgen *Pseudodyromys ibericus* und *Eomuscardinus sansaniensis*. Auffallend an den Fundstellen dieser Einheit ist die geringe Artenzahl, aber dominierende Stellung einer Art bei beiden Nagergruppen (FAHLBUSCH 1964, MAYR 1979).

MN 6: Referenzlokalität Sandelzhausen.

Eine nächste Gruppe von Fundstellen zeichnet sich durch das Auftreten vom *Megacricetodon* aff. *bavaricus* (eine weiter entwickelte, größere Form) aus. Dabei sind die Faunen von Roßhaupten und Jettingen mit *Eumyarion* aff. *medius* vermutlich älter als Sandelzhausen einzustufen, während in den übrigen Fundstellen *Eumyarion bifidus* neu hinzukommt. Ebenfalls älter als Sandelzhausen wird aufgrund des Erstauftretens von *Miodyromys aegercū*, des letzten Auftretens von *Miodyromys hamadryas* und *Microdyromys praemurinus* die Fundstelle Schönenberg eingestuft. Charakteristische Vertreter bei den Gliriden sind *Miodyromys aegercū*, *Miodyromys miocaenicus* und *Eomuscardinus sansaniensis* (FAHLBUSCH 1964, GALL 1972, MAYR 1979).

MN 7: Referenzlokalität Steinheim

Vorläufig muß für diese Einheit weiterhin die gut belegte Fundstelle Steinheim (außerhalb des OSM) als Referenzlokalität dienen. Die stratigraphische Einstufung, der einzig in Frage kommenden Fundstelle Oggenhof ist noch umstritten. Wenngleich aus dieser Fundstelle die größten Exemplare von *Democricetodon* aff. *bavaricus* vorliegen und noch *Eumyarion* aff. *medius* zusammen mit *Eumyarion bifidus* auftreten, weist diese

Fauna aufgrund ihres Artenspektrums an Gliriden und Cricetiden weitaus mehr Ähnlichkeit mit MN 6 auf als MN 8. Die aus Steinheim erwähnten *Eumyarion*-Arten *latior* und *weinfurteri* lassen sich in den Molassefundstellen nicht feststellen. Lediglich *Democricetodon gaillardi* weist auf jüngeres Alter (erstmalig in Giggenhausen und Kleineisenbach) hin.

Für die Gliridenvergesellschaftung sind *Miodyromys aegercii*, *Microdyomys miocaenicus* und *Myoglis meini* typisch. Aufgrund der Entwicklung von *Eomuscardinus* wären in dieser Einheit Übergangsformen von *sansaniensis* zu aff. *sansaniensis* zu erwarten (HEIZMANN 1973, MAYR 1979).

MN 8: Referenzlokalität Giggenhausen

Die Fundstellen Giggenhausen und Kleineisenbach zeigen mit der Cricetidenvergesellschaftung *D. freisingensis*, *D. similis* und *D. brevis* sowie *Deperetomys hagni* ein sehr einheitliches Bild. Bei den Gliriden übernehmen *Paraglrirulus werenfelsi* und *conjunctus*, *Eomuscardinus* aff. *sansaniensis*, *Microdyromys miocaenicus* die Hauptanteile, während der in früheren Einheiten dominierende *Miodyromys aegercii* stark zurücktritt. An beiden Fundstellen ist die große Artenzahl der Cricetiden und Gliriden auffallend, der zahlenmäßige Anteil der Eomyiden im Vergleich zu den Cricetiden merklich größer als in den Einheiten MN 6 und MN 7 (FAHLBUSCH 1964, 1975, ENGESSER 1972, MAYR 1979).

MN 9: Referenzlokalität Hammerschmiede

Durch die Faunen der Fundstellen Markt im Osten, Hammerschmiede und Hillenlohe im Westen sind die jüngsten Sedimente der OSM nachgewiesen. Der in diesem Raum entdeckte *Microtocricetus molassicus*, *Democricetodon* aff. *debruijni*, *Eomyops catalaunicus* sowie *Eumyarion lemanni* erlauben eine Parallisierung mit spanischen und französischen Fundstellen vallesischen Alters. Unter den Gliriden ist das Erstauftreten von *Eliomys* sp., *Muscardinus pliocaenicus hispanicus* und der große Anteil von *Paraglrirulus conjunctus* entscheidend. Insgesamt gesehen wirkt diese Einheit sehr geschlossen und scharf von MN 8 abgesetzt. Die Artenzahl der Gliriden und Cricetiden ist merklich geringer als in MN 8, der zahlenmäßige Anteil der Eomyiden im Vergleich zu den Cricetiden größer als in allen vorangegangenen MN-Einheiten (FAHLBUSCH 1975, FAHLBUSCH & MAYR 1975, MAYR 1979).

4. Bemerkungen zur Ökologie

Die Analyse der OSM-Fundstellen und ihres Fossilinhalts bringt nicht nur wichtige stratigraphische Erkenntnisse, sondern erlaubt auch Aussagen zur Palökologie. Nicht immer haben frühere Bearbeiter ihr Augenmerk darauf gerichtet.

So lassen die Einförmigkeit der wichtigsten Gruppen unter den Kleinsäugetern, die Dominanzen weniger Formen wie z. B. *Democricetodon bavarius* bei den Cricetiden und *Miodyromys hamadryas hamadryas* und *M. aegercii* bei den Gliriden, zahnmorphologische Vergleiche mit rezenten Vertretern derselben Entwicklungslinien und die Rezentökologie für die Säuger-, „Units“ 5–6 auf eine einheitliche, also wenig gegliederte

Landschaft schließen (MAYR 1979). Diesem paläozoologischen Befund entsprechen die artenarmen, z. T. kleinblättrigen Blattfloren von Wemding, der Reisenburg und auch von Sandelzhausen, an denen der Typ des „*Podogonium*“-Blattes vorherrscht oder gar nur ausschließlich nachgewiesen ist. Leider sind dies auch besonders fossilarne Blattfundstellen, was jedoch aufschlußreich genug ist. Im recht auffälligen Gegensatz dazu stehen die artenreichen, geradezu üppigen halbimmergrünen Wälder der Oberpfälzer Braunkohle, ferner die gleichfalls nicht artenarmen Wälder aus der Zeit der ältesten Süßwassermolasse und wohl auch der Süßbrackwassermolasse. Ihr zoologisches Pendant haben diese Waldgesellschaften in artenreichen Kleinsäugerfaunen aus der Spaltenfüllung von Erkertshofen mit bedeutenden Anteilen an Waldbewohnern und den im Bereich der Süßbrackwassermolasse gelegenen Fundpunkten Forsthart und Rembach. Diesem ersten Höhepunkt in der Entwicklung der Lebewelt der OSM entsprechen nach unserem derzeitigen Wissenstand die Einheiten 4b und auch ein Teil von 5. Nach der geschilderten Verarmung während des folgenden Zeitabschnittes beginnt mit der Grenze Einheit 6 zu 7 ein zweiter Waldabschnitt der OSM. Kennzeichnend für die Entwicklung der Kleinsäugerfaunen dieser Zeit ist der zunehmend hohe Anteil an waldbewohnenden Gliriden (*Paraglitulus*, *Microdyromys*) und Cricetiden (*Megacricetodon* aff. *schaubi* und *Megacricetodon similis*). Ein weiterer Hinweis auf die stetige Zunahme der Waldbedeckung ist vor allem im vermehrten Auftreten der Eomyiden (ENGESSER 1972) zu sehen. Umgekehrt gehen die Steppenbewohner stark zurück. In der Gehölzflora dominieren in diesem zweiten Waldabschnitt deutlich die im gemäßigten Klima beheimateten Pflanzenfamilien wie Betulaceen, Fagaceen und Aceraceen. Es versteht sich, daß sich der Übergang allmählich vollzog und gerade die Übergangs-Floren- und -Faunen die reichste Artenfülle aufgrund der immer stärker gegliederten Landschaft aufweisen müssen, während in einem typisch ausgeprägten Waldabschnitt wie in MN 9 der Artenreichtum durch Biotopverluste wieder abnimmt.

Somit ergibt sich auf palökologischer Grundlage wiederum eine Dreigliederung der OSM-Sedimente: Zwischen einem älteren und einem jüngeren Entfaltungsschwerpunkt in der Entwicklung der Lebewelt, ist eine Periode des Rückganges der Arten festzustellen. In wie weit eine derartige Einteilung mit der Dreigliederung DEHM's übereinstimmt, kann erst nach Neubearbeitung der Großsäuger geklärt werden. Dieser auffällige Einschnitt in Flora und Fauna ist nicht der Temperatur als primär beschränkender Faktor zuzuschreiben, weil sich einmal die Zusammensetzung der Vegetation gleichsinnig von subtropisch nach gemäßig ändert; zum anderen ist auch aus der Verteilung der insgesamt wärmeliebenden Gliriden keine starke Schwankung der Jahresmitteltemperaturen zu sehen. Es bleibt so als begrenzender Minimalfaktor in erster Linie die Niederschlagsmenge übrig. Diese These findet ihre Bestätigung in dem zweimaligen Entwicklungshöhepunkt der *Paraglitulus*-Vertreter (MN 4/5 u. MN 8/9), ausgesprochener Waldbewohner, für die hohe Niederschlagsmengen in den Biotopen der Gegenwart bezeichnend sind. Ebenfalls zwei synchrone Entwicklungshöhepunkte sind bei den Eomyiden, Castoriden und Gleithörnchen zu verzeichnen. Umgekehrt dokumentieren die gebißmorphologischen Untersuchungen der Gliriden aus den Einheiten MN 5 und 6 (Arten von *Miodyromys* und wohl auch von *Democricetodon bavaricus*, bzw. aff. *bavaricus*) einen Krautreichtum, wie er nur in einem offenen Gelände gegeben ist. Für solche Landschaften sind geringere Niederschläge bezeichnend. Von den Pflanzen her findet diese Ansicht ihre Bestätigung in der auffallenden Kleinblattflora von Wemding, in der allein auch Astera-

een-ähnliche Flugfrüchte auftreten, die in einer dichten Waldlandschaft geradezu unsinnig wären. Überdies wäre die Annahme einer niederschlagsärmeren Periode während der OSM die beste Erklärung dafür, warum kohlebildende Gesellschaften nur in den Einheiten 4b–5 und wieder ab 8 auftreten – eine oft beobachtete Erscheinung, welche anders schwer deutbar sein dürfte.

Niederschlagsarmut würde auch verstehen lassen, warum schon für die Einheit 5, vor allem aber für die Einheit 6 so wenig reichere Blattfundstellen auszumachen sind. Die Ansichten der Autoren in der Frage einer mittelmiozänen Trockenphase sind im übrigen weit weniger kontrovers als die einseitige, weil wohl von einer vorgefaßten Meinung ausgehende Publikation GREGOR's (1980 a) vermuten läßt.

Daß die Darstellung dieses Autors dem Problem nicht gerecht wird, soll an anderer Stelle dargelegt werden.

Schriftenverzeichnis

- ANONYMUS (1975): Münchner Kreis der Fossilienfreunde. – Bericht für das Jahr 1975, 1–8; München (unveröffentl. an die Mitglieder verschicktes Maschinenmanuskript).
- BAILEY, I. W. & SINNOT, E. W. (1916): The climatic distribution of certain types of angiosperm leaves. – *Amer. J. Botany*, 3: 24–39; Baltimore.
- BERGER, W. (1952): Die altpliozäne Flora der Congerierschichten von Brunn-Vösendorf bei Wien. – *Palaeontographica*, B, 92: 97–121; Stuttgart.
- BERGER, W. (1953): Pflanzenreste aus den obermiozänen Ablagerungen von Wien-Hernals. – *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, 59: 141–154; Wien.
- BERGER, W. (1955 a): Die altpliozäne Flora des Laaerberges in Wien. – *Palaeontographica*, B, 97: 81–113; Wien.
- BERGER, W. (1955 b): Neue Ergebnisse zur Klima- und Vegetationsgeschichte des europäischen Jungtertiärs. – *Ber. Geobotan. Forsch. Inst. Rübel Zürich*, 1954: 12–29; Zürich.
- BERGER, W. (1958): Untersuchungen an der obermiozänen (sarmatischen) Flora von Gabbro (Monti Livornesi) in der Toskana. – *Palaeontographica Italica*, 51: 1–96; Pisa.
- BOLTEN, R., GALL, H. & JUNG, W. (1976): Die obermiozäne (sarmatische) Fossil-Lagerstätte Wending im Nördlinger Ries (Bayern). – *Geol. Bl. NO-Bayern*, 26: 75–94; Erlangen.
- CICHA, I., FAHLBUSCH, V. & FEJFAR, O. (1972): Die biostratigraphische Korrelation einiger jungtertiärer Wirbeltierfaunen Mitteleuropas. – *N. Jb. Paläont. Abh.*, 140: 129–145; Stuttgart.
- DEHM, R. (1955): Die Säugetier-Faunen in der Oberen Süßwasser-Molasse und ihre Bedeutung für die Gliederung. – In: *Erläuterungen zur Geologischen Übersichtskarte der Süddeutschen Molasse 1:300000*: 81–88; München (Bayer. geol. L.-Amt).
- DEHM, R. (1957): Fossilführung und Altersbestimmung der Oberen Süßwasser-Molasse auf Blatt Augsburg. – In *SCHAEFFER, J.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Augsburg und Umgebung 1:50000*: 34–39; München (Bayer. geol. L.-Amt).
- DEHM, R., GALL, H., HÖFELING, R., JUNG, W. & MALZ, H. (1977): Die Tier- und Pflanzenreste aus den obermiozänen Riessee-Ablagerungen in der Forschungsbohrung Nördlingen 1973. – *Geologica Bavarica*, 75: 79–93; München.
- DILCHER, D. L. (1973): A paleoclimatic interpretation of the Eocene floras of southeastern North America. – In: *GRAHAM, A. (Edit.) Vegetation and vegetational history of northern Latin America*, 39–59; Amsterdam, London, New York (Elsevier).

- DOLPH, G. E. (1978): Variation in leaf size and margin type with respect to climate. – *Cour. Forsch. Inst. Senckenberg*, 30, 153–158; Frankfurt/Main.
- ENGESSER, B. (1972): Die obermiozäne Säugetierfauna von Anwil (Baselland). – *Tätigkeitsber. Naturf. Ges. Baselland*, 28: 37–363; Liestal (Lüdin AG.).
- FAHLBUSCH, V. (1964): Die Cricetiden (Mamm.) der Oberen Süßwasser-Molasse Bayerns. – *Abh. Bayer. Akad. Wiss., Math.-naturw. Kl., N. F.*, 118: 136 S.; München.
- FAHLBUSCH, V. (1975): Die Eomiden (Rodentia, Mammalia) der Oberen Süßwasser-Molasse Bayerns. – *Mitt. bayer. Staatsslg. Paläont. histor. Geol.*, 15: 63–90; München.
- FAHLBUSCH, V. (1976): Report on the International Symposium on mammalian stratigraphy of the European Tertiary. – *Newsl. Stratigr.*, 5: 160–167; Berlin.
- FAHLBUSCH, V. & MAYR, H. (1975): Microtoide Cricetiden (Mammalia, Rodentia) aus der Oberen Süßwassermolasse Bayerns. – *Paläont. Z.*, 49 (1/2): 78–93; Stuttgart.
- FAHLBUSCH, V., GALL, H. & SCHMIDT-KITTLER, N. (1974): Die obermiozäne Fossilagerstätte Sandelzhausen. 10. Die Grabungen 1970–73. Beiträge zur Sedimentologie und Fauna. – *Mitt. bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol.*, 14: 103–128; München.
- GALL, H. (1972): Die obermiozäne Fossilagerstätte Sandelzhausen. 4. Die Molluskenfauna und ihre stratigraphische und ökologische Bedeutung. – *Mitt. bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol.*, 12: 3–32; München.
- GREGOR, H.-J. (1978): Die miozänen Frucht- und Samenfloren der Oberpfälzer Braunkohle. I. Funde aus den sandigen Zwischenmitteln. – *Palaeontographica*, B, 167: 8–103; Stuttgart.
- GREGOR, H.-J. (1980a): Ein neues Klima- und Vegetations-Modell für das untere Sarmat (Mittelmiozän) Mitteleuropas unter spezieller Berücksichtigung floristischer Gegebenheiten. – *Verh. Geol. B.-A. Wien*, 1979: 337–353; Wien.
- GREGOR, H.-J. (1980b): Die miozänen Frucht- und Samenfloren der Oberpfälzer Braunkohle. II. Funde aus den Kohlen und tonigen Zwischenmitteln. – *Palaeontographica*, B, 174: 7–94; Stuttgart.
- GÜMBEL, C. W. v. (1861): Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges und seines Vorlandes. – 950 S.; Gotha (J. Perthes).
- HANTKE, R. (1954): Die fossile Flora der obermiozänen Oehninger-Fundstelle Schrotzburg. – *Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges.*, 80: 30–118; Zürich.
- HEIZMANN, P. J. (1973): Die tertiären Wirbeltiere des Steinheimer Beckens. V. Die Carnivoren des Steinheimer Beckens. – *Palaeontographica*, Suppl., 8 (5): 1–95; Stuttgart.
- JUNG, W. W. (1963): Blatt- und Fruchtreste aus der Oberen Süßwassermolasse von Massenhausen, Kreis Freising (Oberbayern). – *Palaeontographica*, B, 112: 119–166; Stuttgart.
- JUNG, W. W. (1968): Pflanzenreste aus dem Jungtertiär Nieder- und Oberbayerns und deren lokalstratigraphische Bedeutung. – *Ber. naturwiss. Ver. Landshut*, 25: 43–73; Landshut.
- JUNG, W. W. & KNOBLOCH, E. (1971): Die Braunkohle von Wackersdorf. – *Bayer. Braunk. Bergbau*, 80: 1–11; Schwandorf.
- KNOBLOCH, E. & KVAČEK, Z. (1976): Miozäne Blätterfloren am Westrand der Böhmisches Masse. – *Rozpr. Ust. Geol.*, 42: 1–131; Praha.
- MAYR, H. (1979): Gebißmorphologische Untersuchungen an miozänen Gliriden (Mammalia, Rodentia) Süddeutschlands. – 360 S.; München (Photodruck der Dissertation).
- MAYR, H. & FAHLBUSCH, V. (1975): Eine unterpliozäne Kleinsäugerfauna aus der Oberen Süßwasser-Molasse Bayerns. – *Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol.*, 15: 91–111; München.
- MEIN, P. (1975): Résultats du Groupe de Travail des Vertébrés. – In: Report on Activity of the R. C. M. N. S. Working Groups (1971–1975) 78–81; Bratislava.
- MEYER, B. L. (1956): Mikrofloristische Untersuchungen an jungtertiären Braunkohlen im östlichen Bayern. – *Geol. Bavarica*, 25: 100–128; München.
- NEUMAIER, F., BLISSENBACH, E., WITTMANN, D., GRIMM, W.-D., STIEFEL, J., BATSCHKE, H. & MAYR, M. (1957): Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen in der ungefalteten Molasse Niederbayerns. – *Beih. Geol. Jb.*, 26: 384 S.; Hannover.

- PROBST, J. (1883): Beschreibung der fossilen Pflanzenreste aus der Molasse von Heggbach O. A. Biberach und einigen anderen oberschwäbischen Localitäten. – Jahresh. Ver. vaterländ. Naturk. Württemberg, 1883: 166–242; Stuttgart.
- ROSSILIMO, O. L. (1976): *Myomimus setzeri* (Mammalia, Myoxidae), a new species of mouse-like doormouse from Iran. – Vestnik Zoologii, 4, 51–53; Kiew.
- ROSSILIMO, O. L. (1976): Taxonomic status of the mouse-like doormouse *Myomimus* (Mammalia, Myoxidae) from Bulgaria. – Zool. J., 55 (10): 1515–1525; Moskau.
- RUFFLE, L. (1963): Die obermiozäne (sarmatische) Flora vom Randecker Maar. – Paläont. Abh., 1 (3): 139–298; Berlin.
- RÜHL, F. (1896): Beiträge zur Kenntnis der tertiären und quartären Ablagerungen in Bayrisch-Schwaben. – Ber. naturwiss. Ver. Schwaben und Neuburg, 32: 329–490; Augsburg.
- SELMEIER, A. (1958): Die Kieselhölzer des bayerischen Miozäns. – Jber. naturw. Ver. Landshut, 23: 73 S.; Landshut.
- STEHLIN, H. & SCHAUB, S. (1950): Die Trigonodontie der simplicidenten Nager. – Schweiz. Paläont. Abh., 67: 385 S.; Basel.
- STEININGER, F. (1965): Ein bemerkenswerter Fund von *Mastodon (Bunolophodon) longirostris* KAUP 1852 (Proboscidea, Mammalia) aus dem U-Pliozän (Pannon) des Hausruck-Kobernaußerwald-Gebietes in Oberösterreich. – Jb. Geol. B. A. Wien, 108: 195–212; Wien.
- STORCH, G. (1978): Gliridae. – In NIETHAMMER, J. & KRAPP, F.: Handbuch der Säugetiere Europas. Bd. 1, Nagetiere 1. 476 S.; Wiesbaden (Akad. Verl.-Ges.).
- STROMER, E. (1928): Wirbeltiere im obermiozänen Flinz Münchens. – Abh. bayer. Akad. Wiss., math.-naturw. Abt., N. F., 32 (1): 1–102; München.
- TOBIEN, H. (1968): Typen und Genese tertiärer Säugerlagerstätten. – Eclogae Geol. Helvetiae, 61 (2): 549–575; Basel.
- THENIUS, E. (1952): Die Säugetiere aus dem Jungtertiär des Hausrucks und Kobernaußerwaldes (Oberösterreich) und die Altersstellung der Fundschichten. – Jb. Geol. B. A. Wien, 95: 119–144; Wien.
- THENIUS, E. (1960): Die jungtertiären Wirbeltierfaunen und Landflora des Wiener Beckens und ihre Bedeutung für die Neogenstratigraphie. – Mitt. Geol. Ges., 52: 203–209; Wien.
- THIELE-PFEIFFER, H. (1979): Die miozäne Mikroflora aus dem Braunkohlentagebau Oder bei Wackersdorf/Oberpfalz. – 268 S.; München (Photodruck der Dissertation).
- WALTHER, H., HARNICKEL, E. & MUELLER-DOMBOIS, D. (1975): Klimadiagrammkarten der einzelnen Kontinente und die ökologische Klimagliederung der Erde. – 33 S., 9 Kt.; Stuttgart (Fischer).